

PERSISTENZA AMBIENTALE DI SALMONELLA E RUOLO DEGLI UCCELLI SELVATICI NELL'EPIDEMIOLOGIA DELL'INFEZIONE IN ALLEVAMENTI DI SUINI ALL'APERTO NEL REGNO UNITO

PERSISTENCE OF SALMONELLA IN THE ENVIRONMENT AND THE ROLE OF WILD BIRDS IN THE EPIDEMIOLOGY OF INFECTION IN AN OUTDOOR PIG FARM IN THE UNITED KINGDOM

DE LUCIA A.^{1,2}, RABIE A.², SMITH R.P.³, DAVIES R.², OSTANELLO F.¹, MARTELLI F.²

¹Dipartimento di Scienze Mediche Veterinarie, Università di Bologna, Italy; ²Animal and Plant Health Agency (APHA) Bacteriology Department, UK; ³Animal and Plant Health Agency (APHA) Department of Epidemiological Sciences, UK

Parole chiave: *Salmonella*, prevalenza, uccelli selvatici, allevamento di suini all'aperto
Key Words: *Salmonella*, prevalence, wild birds, outdoor farm pigs

Riassunto: Questo studio si propone di investigare il ruolo degli uccelli selvatici nell'epidemiologia della *Salmonella* in un allevamento di suini all'aperto e valutare la persistenza di *Salmonella* nell'ambiente. Tre visite di campionamento sono state effettuate in un allevamento di suini all'aperto composto da tre lotti diversi di terreno (campi). Due dei campi erano vuoti da 2 e 3 anni mentre il terzo era ancora occupato da suini solo durante la prima visita. Campioni ambientali e campioni di feci provenienti da suini, uccelli e animali selvatici, sono stati testati per la presenza di *Salmonella*. I risultati ottenuti indicano che *Salmonella* è in grado di sopravvivere nell'ambiente per diversi anni, supportando l'ipotesi che l'ambiente possa fungere da serbatoio per l'infezione. È interessante notare che la prevalenza di feci di uccelli selvatici positive per *Salmonella* è aumentata nel tempo, passando dal 7,4% della prima visita al 24,6% e 44,3% rispettivamente alla seconda e terza visita. I livelli di *Salmonella* identificati in alcuni dei campioni fecali di uccelli selvatici erano insolitamente alti ($10^5 - 10^6$ CFU/g) suggerendo che nel tratto gastrointestinale di questi uccelli, *Salmonella* stava attivamente replicando. *Salmonella* monofasica Typhimurium DT 193 è risultato essere il sierotipo più frequentante isolato, anche nelle feci degli uccelli, suggerendo che i suini siano la fonte iniziale di infezione, essendo questo sierotipo tipicamente associato all'allevamento del suino.

Abstract: The aims of this study were to investigate the role of wild birds in the epidemiology of *Salmonella* in one outdoor pig farm and the persistence of *Salmonella* in the environment. Three sampling visits were carried out in a pig farm consisting of three fields. Two of the fields had been empty of pigs for 2 and 3 years respectively and the third was occupied by pigs during the first visit only. In total, 682 faeces samples from wild animals, birds and pigs, and environmental samples were tested for the presence of *Salmonella* and 42% of them resulted positive. Our results showed that *Salmonella* has a great ability to survive in the environment for several years, supporting the hypothesis that the environment can act as a reservoir for the infection. Interestingly, the proportion of *Salmonella* positive wild bird droppings increased over time with 7.4%, 24.6% and 44.3% at the first, second and third visit, respectively. *Salmonella* levels identified in some of the wild bird droppings were unusually high ($10^5 - 10^6$ CFU/g) and suggested that *Salmonella* was actively replicating in the gastrointestinal tract of these birds. Monophasic *Salmonella* Typhimurium DT

193 was the predominant serotype isolated, even in wild bird droppings, suggesting that the pigs are the original source of infection, as this serovar is typically associated with pig production.

INTRODUZIONE

La salmonellosi, considerando sia il numero di casi di malattia sia il tasso di ospedalizzazione, rappresenta un importante problema di sanità pubblica tanto da essere considerata la seconda tossinfezione alimentare più frequente dei paesi industrializzati (EFSA 2016). Trattandosi di un microrganismo ubiquitario e trasmissibile da numerose specie animali, l'infezione da *Salmonella* può essere introdotta nell'allevamento di suini tramite numerose vie. In particolare, per le aziende all'aperto e per quelle biologiche, la fauna selvatica, gli animali sinantropici e domestici che vivono in azienda svolgono un ruolo rilevante in quanto possono costituire una fonte di introduzione e trasmissione di *Salmonella* mediante il contatto diretto con i suini o indirettamente attraverso la contaminazione fecale di mangimi, abbeveratoi o attrezzature (Zheng et al., 2007).

Al fine di comprendere meglio il ruolo degli uccelli selvatici nel ciclo d'infezione da *Salmonella* nei suini, sono stati condotti numerosi studi, e diversi fagotipi di *S. Typhimurium* sono stati associati agli uccelli selvatici (Andres e Davies, 2015; Zheng et al., 2007, Pennycott et al., 2006). Nel Regno Unito, *S. Typhimurium* (DT) 56, 40, 41, 195 è stata isolata da fringuelli, uccelli acquatici, passeri domestici, cornacchie, verdoni e gabbiani. *S. Typhimurium* DT2 e DT99 sono state associate ai piccioni mentre DT8 e DT30 a uccelli selvatici (Pennycott et al., 2006). Secondo i dati pubblicati dall'Animal and Plant Health Agency (APHA) sull'isolamento di *Salmonella* da suini in Gran Bretagna tra il 2011 e il 2015, solo lo 0,3% degli isolati erano ceppi di *Salmonella* associati a uccelli selvatici suggerendo quindi che gli uccelli non costituiscano un serio rischio per i suini (APHA, 2017). Altri autori, sebbene attribuiscono agli uccelli selvatici un ruolo nella ri-circolazione dell'infezione di *Salmonella*, sono meno propensi ad identificarli come possibile fonte di introduzione del patogeno in azienda (Andrés et al., 2013). In ogni caso la presenza di uccelli selvatici, ratti e topi è di particolare importanza nell'allevamento del suino all'aperto dove essi possono rappresentare un fattore di rischio per la sieropositività da *Salmonella* e dove le misure di controllo e biosicurezza sono più difficile da attuare (Andres & Davies, 2015).

Nel Regno Unito, l'allevamento estensivo è molto diffuso: circa il 40% dei riproduttori è allevato all'aperto, mentre le fasi di magronaggio e ingrasso sono realizzate prevalentemente al chiuso (Houston, 2013).

Nel presente studio è stato valutato il possibile ruolo degli uccelli selvatici nell'epidemiologia della *Salmonella* in un allevamento di suini all'aperto in Inghilterra. Contestualmente è stata investigata la persistenza e la capacità di *Salmonella* di sopravvivere nell'ambiente esterno.

MATERIALI E METODI

Prelievo dei campioni

Tra settembre e novembre 2015, sono state effettuate tre visite di campionamento in un allevamento di suini all'aperto. La prima visita è stata effettuata quando i suini erano ancora presenti, mentre le due successive sono stati effettuate dopo l'invio degli animali al macello, con un intervallo di un mese l'una dall'altra. L'azienda consisteva in tre lotti di terreno (campi), due dei quali erano vuoti, rispettivamente, da 2 (campo 1) e da 3 (campo 2) anni, mentre il terzo campo (campo 3) era occupato da suini, in fase di svezzamento e magroni, solamente al momento della prima visita. Adiacente all'allevamento, c'era un corso d'acqua, popolato da un gran numero di uccelli acquatici selvatici. Durante le tre visite, da ciascun campo sono stati prelevati i seguenti campioni ambientali: suolo e acqua da pozzanghere, feci di animali selvatici (uccelli, volpi e conigli), feci dei suini (Tabella 1). I campioni sono stati raccolti in contenitori di plastica sterili. Per la raccolta

dei campioni di superficie è stata utilizzata una garza sterile imbevuta di acqua peptonata che è stata strofinata sulle superfici ambientali, sulle attrezzature e sui recinti dei suini e successivamente immersa in 225 ml di Buffered Peptone Water (BPW). La tipologia e la numerosità dei campioni di feci di animali selvatici raccolti nel corso di ciascuna delle tre visite è stata variabile in quanto dipendente dalla loro presenza e disponibilità.

Esame colturale per la ricerca di Salmonella spp.

L'isolamento di *Salmonella* è stato effettuato mediante i quattro passaggi di pre-arricchimento, arricchimento, isolamento e identificazione previsti dalla norma ISO6579-1: 2017. Le colonie sospette sono state identificate mediante sierotipizzazione completa secondo lo schema di Kaufmann-White-Le Minor (Grimont & Weill, 2007) e, su una selezione dei ceppi di *S. Typhimurium* e della sua variante monofasica (mST), è stato determinato anche il fagotipo (Anderson et al., 1977). Infine, da 10 campioni di feci raccolti da ciascuna classe di età dei suini (svezzamento e magronaggio) e, ove possibile, su campioni ambientali, mediante diluizioni decimali e successiva coltura di ciascuna diluizione, come sopra riportato, è stato stimato semi-quantitativamente il livello di *Salmonella* per grammo di campione (Wales et al., 2006).

Analisi statistica

Sono state valutate eventuali differenze della prevalenza di *Salmonella* considerando sia tutti i campioni prelevati dai tre campi sia i soli campioni fecali di uccelli selvatici. I confronti sono stati condotti sia considerando singolarmente i risultati di ciascuno dei tre campi sia raggruppando i risultati dei campi 1+2 (assenza di suini in tutte le visite) e confrontandoli con quelli del campo 3 (ancora occupato da suini durante la prima visita). Per i confronti è stato utilizzato il test Chi-quadrato, fissando il valore di significatività statistica a $P < 0,05$. Le analisi sono state eseguite utilizzando con il software SPSS ver. 23.0.

RISULTATI

Campioni fecali

La tipologia dei campioni raccolti e i sierotipi *Salmonella* identificati sono riportati nelle Tabelle 1 e 2.

Durante la prima visita in allevamento, sono stati raccolti 60 campioni individuali di feci da ciascuna delle due categorie di suini. *Salmonella* è stata isolata da 42 dei 60 campioni (70,0%) provenienti da animali in svezzamento e da 55 dei 60 campioni (91,7%) provenienti dagli animali in magronaggio. *Salmonella* è stata anche isolata dal 48,7% (19 su 39) dei campioni di suolo, dal 75% (9 su 12) dei campioni di acqua, dal 7,4% (2 su 27) dei campioni individuali di feci di uccelli selvatici, 50,0% (2 su 4) di campioni di feci di mammiferi selvatici (feci di volpi e conigli) e dal 50,0% (2 su 4) di campioni prelevati dalla superficie di attrezzature agricole.

Alla seconda visita in azienda, *Salmonella* è stata isolata dal 20,3% (16 su 79) dei campioni di suolo, dal 54,5% (12 su 22) dei campioni di acqua e dal 24,6% (17 su 69) dei campioni di feci di uccelli selvatici.

Durante la terza e ultima visita, *Salmonella* è stata isolata dal 16,7% (10 su 60) dei campioni di suolo, dal 56,8% (21 su 37) dei campioni di acqua in pool e dal 38,0% (27 su 71) dei campioni fecali di uccelli selvatici.

Complessivamente, è stata osservata una maggior prevalenza di *Salmonella* ($p < 0,05$) per i campioni raccolti dal campo 3 nel corso delle tre visite, rispetto a quella evidenziata in ciascuno degli altri due campi. Analoga differenza statisticamente significativa è stata osservata quando sono stati confrontati i dati aggregati dei campi 1 e 2 con quelli del campo 3.

Per quanto riguarda i soli campioni fecali di uccello, è stata rilevata una maggiore prevalenza di *Salmonella* ($p < 0,05$) nel campo 3, rispetto ai campioni raccolti dai campi 1 e 2.

Tabella 1. Isolamento di *Salmonella* da campioni ambientali e da feci di animali selvatici, raccolti durante le tre visite in allevamento da ciascun lotto di terreno.

Table 1. *Salmonella* isolated from individual environmental and wildlife samples from 3 fields at the 3 sampling visits.

Terreni campionati	Campioni raccolti	Visita in azienda	N. positivi/ N. campioni testati	CFU/ml	Sierotipo	
Campo 1 (Vuoto da due anni)	Feci di uccelli selvatici	Visita 1	1/19	1-10 (1)	Typhimurium (1)	
		Visita 2	7/53	1-10 (3) 10-100 (1) 10 ³ -10 ⁴ (1) 10 ⁴ -10 ⁵ (1) 10 ⁵ -10 ⁶ (1)	Typhimurium (1) 4,5,12:i:- (1) Senftenberg (3)	
		Visita 3	1/39	10 ³ -10 ⁴ (1)	4,5,12:i:- (1)	
	Feci di coniglio	Visita 1	0/1			
		Visita 2	0/2			
	Feci di volpe	Visita 2	0/1			
	Feci di animali selvatici	Visita 3	0/7			
	Suolo	Visita 1	0/10			
		Visita 2	1/38	1-10 (1)		
		Visita 3	0/37			
	Acqua da pozzanghere	Visita 1	1/1	1-10 (1)		4,5,12:i:- (1)
		Visita 2	2/5	1-10 (2)		4,5,12:i:- (2)
		Visita 3	1/16	1-10 (1)		4,5,12:i:- (1)
Campo 2 (Vuoto da tre anni)	Feci di uccelli selvatici	Visita 2	0/4			
		Visita 3	2/7	1-10 (1) 10-100 (1)	Rissen (2)	
	Feci di coniglio	Visita 1	1/2	1-10 (1)		4,5,12:i:- (1)
		Visita 2	0/3			
	Feci di cane	Visita 2	0/2			
	Feci di animali selvatici	Visita 3	0/1			
	Suolo	Visita 2	0/6			
		Visita 3	1/8	1-10 (1)		4,5,12:i:- (1)
	Acqua da pozzanghere	Visita 1	1/1	1-10 (1)		4,5,12:i:- (1)
		Visita 2	0/5			
Visita 3		1/2	1-10 (1)		4,5,12:i:- (1)	

Campo 3	Feci di uccelli selvatici	Visita 1	1/8	1-10 (1)	
		Visita 2	0/12		
		Visita 3	24/25	1-10 (3) 10-100 (6) 100-10 ³ (8) 10 ³ -10 ⁴ (5) 10 ⁵ -10 ⁶ (2)	4,5,12:i:- (1)
	Feci di volpe	Visita 1	1/1	1-10 (1)	4,5,12:i:- (1)
	Feci di animali selvatici	Visita 2	0/1		
		Visita 3	0/1		
	Suolo	Visita 1	19/29	1-10 (14) 10-100 (4)	4,5,12:i:- (11) Rissen (3) Panama (1)
		Visita 2	15/35	1-10 (4)	4,5,12:i:- (1) Rissen (2)
		Visita 3	9/15	1-10 (8) 10-100 (1)	4,5,12:i:- (8) Rissen(1)
	Acqua da pozzanghere	Visita 1	7/10	1-10 (7)	4,5,12:i:- (4) Rissen (1)
		Visita 2	10/12	1-10 (7) 10-100 (1)	4,5,12:i:- (1) Rissen (2)
		Visita 3	19/19	1-10 (9) 10-100 (7) 100-10 ³ (3)	4,5,12:i:- (1) Rissen (2) Derby (1)
	Attrezzature agricole	Visita 1	2/4	1-10 (2)	4,5,12:i:- (1)

Tabella 2. Prevalenza di *Salmonella* nei campioni di feci raccolti per le diverse fasi produttive.
Table 2. Prevalence of *Salmonella*-positive pig individual faecal samples from pigs.

Settore di raccolta dei campioni	Visita in azienda	N. positivi/ N. campioni testati	CFU/ml	Sierotipo
Svezzamento	Visita 1	42/60	1-10 (7) 10-100 (2) 100-10 ³ (8) 10 ³ -10 ⁴ (3)	4,5,12:i:- (18) Rissen (1)
Magronaggio	Visita 1	55/60	1-10 (1) 10-100 (6) 100-10 ³ (8) 10 ³ -10 ⁴ (3) 10 ⁵ -10 ⁶ (2)	4,5,12:i:- (17) Rissen (2)

Tabella 3. Risultati dell'isolamento di *Salmonella* da tamponi ambientali e pool di feci raccolti durante le tre visite in allevamento.

Table 3. *Salmonella* isolated in swab samples collected from 3 fields at the 3 sampling visits

Campioni di superficie	Visita in azienda	N. positivi/ N. campioni testati	Sierotipo
Svezzamento	Visita 1	15/18	4,5,12:i:- (3) Panama (1)
Magronaggio	Visita 1	17/17	4,5,12:i:- (2) Rissen (3)
Attrezzature agricole	Visita 1	5/5	4,5,12:i:- (3)
	Visita 2	3/13	Rissen (3)
	Visita 3	5/12	
Feci di uccelli selvatici	Visita 2	5/7	4,5,12:i:- (2)
	Visita 3	8/8	Rissen (1)
Suolo	Visita 2	5/20	

Tamponi ambientali

Alla prima visita, i campioni sono stati prelevati soprattutto dal campo ancora occupato dai suini. *Salmonella* è stata isolata dall'83,3% (15 su 18) e dal 100% (17 su 17) dei tamponi raccolti rispettivamente dai recinti dei suini in svezzamento e dei magroni (Tabella 3).

Un totale di 40 campioni è stato raccolto durante le successive visite in azienda. Le tensostrutture destinate a ricevere il nuovo gruppo di suini e recentemente collocate nel campo lasciato vuoto per due anni sono state oggetto di campionamento. *Salmonella* è stata isolata dal 25,0% (5 su 20) dei campioni prelevati durante la seconda visita, mentre la stessa tipologia di campioni raccolti a 20 giorni di distanza (terza e ultima visita), sono risultati tutti negativi per *Salmonella*. Infine, *Salmonella* è stata isolata dal 23,1% (3 su 13) e dal 41,76% (5 su 12) dei campioni prelevati da attrezzature agricole, rispettivamente raccolti durante la seconda e la terza visita. Pool di escrementi di uccelli selvatici sono stati raccolti utilizzando i tamponi, qualora la consistenza fosse troppo umida da poter essere campionati singolarmente e da questi, *Salmonella* è stata isolata nel 71,4% (5 su 7) e nel 100% (8 su 8) dei tamponi raccolti rispettivamente durante la seconda e la terza visita in allevamento.

Risultati della coltura semi-quantitativa

Alti livelli di *Salmonella* sono stati riscontrati nei campioni di feci dei suini (10^4 - 10^5 CFU/g), (Tabella 2). Nei campioni di suolo e acqua, i livelli di *Salmonella* sono risultati essere generalmente bassi (1-10 CFU/g) per la maggior parte dei campioni, ad eccezione dei campioni ambientali raccolti dal campo occupato dai suini, in cui sono state riscontrate CFU/g più elevate (fino a 10^2 - 10^3 CFU/g in 3 campioni di acqua). Livelli insolitamente alti di *Salmonella* sono stati invece trovati nelle feci di uccelli selvatici: 10^5 - 10^6 CFU/g, da campioni raccolti durante la seconda e terza visita (Tabella 1).

Sierotipi e fagotipi

La maggior parte degli isolati di *Salmonella* erano *S. enterica* sierotipo 4,5,12: i: - (mST) seguiti da *S. Rissen*, *S. Senftenberg*, *S. Typhimurium*, *S. Panama* e *S. Derby*. Il sierotipo mST è risultato quello isolato con maggiore frequenza dai campioni prelevati da suini (40

su 47; 85,1%), dal 46,7% (7 su 15) delle feci di uccelli, dal 78,5% (51 su 65) dei campioni ambientali, dal 57,1% (4 di 7) di campioni prelevati da attrezzature agricole e da feci di animali selvatici.

Tra i 35 isolati di *S. Typhimurium* e mST, soltanto due fagotipi sono stati identificati, DT193 e DT41. Tutti i ceppi sono risultati essere DT193 ad eccezione di una delle due *S. Typhimurium* isolate dai campioni di uccelli, identificata come DT41.

DISCUSSIONE

Salmonella è un agente ubiquitario in grado di colonizzare asintomaticamente l'intestino degli uccelli selvatici e, di conseguenza, di essere eliminata nell'ambiente mediante le loro feci (Andres et al., 2013). Studi sulla prevalenza di *Salmonella* associata agli uccelli selvatici sono generalmente incentrati su ceppi adattati ad alcune specie di uccelli, tuttavia è stato osservato che gli uccelli che vivono nelle vicinanze di allevamenti di suini hanno una maggiore probabilità di eliminare *Salmonella* rispetto agli uccelli che vivono in generale nell'ambiente rurale (Andres et al., 2013).

Il presente studio è stato condotto in un allevamento di suini all'aperto con elevata prevalenza di *Salmonella*. Il 70,0% e il 91,7% di campioni prelevati rispettivamente dai suini in svezzamento e dai magroni è risultato positivo all'esame batteriologico per *Salmonella* ed una prevalenza significativamente più elevata è stata riscontrata nei campioni raccolti dal campo ancora occupato dai suini alla prima visita in allevamento.

La capacità di *Salmonella* di sopravvivere nell'ambiente per un considerevole periodo di tempo è ormai un fatto ben assodato (Funk & Gebreyes, 2004).

Alla prima visita in azienda oltre il 50% dei campioni ambientali era positivo per *Salmonella*. È interessante osservare che il 28% dei campioni ambientali, raccolti uno e due mesi dopo il depopolamento dell'azienda, risultava essere ancora positivo e che *Salmonella* è stata isolata anche da campioni di suolo e acqua raccolti nel campo rimasto vuoto per 3 anni. Questi risultati confermano la capacità di *Salmonella* di sopravvivere nell'ambiente e come, di conseguenza, l'ambiente possa diventare una potenziale fonte di infezione per le successive partite di suini, per la fauna selvatica e in generale per tutti animali che vivono in allevamento. Tuttavia, è anche possibile che gli uccelli selvatici abbiano avuto un contributo nel ri-contaminare il terreno, considerando che *Salmonella* è stata isolata dagli escrementi di uccelli nel 7,4% (2 su 27) dei campioni raccolti durante la prima visita, nel 24,6% (17 su 69) dei campioni raccolti durante la seconda visita e nel 44,3% (35 su 79) dei campioni raccolti durante la terza visita. È evidente che, dopo che i maiali sono stati inviati al macello, è aumentata la proporzione di feci di uccelli positivi per *Salmonella*. Ciò potrebbe essere dovuto al fatto che il numero di uccelli selvatici che popolava i campi è aumentato considerevolmente, attratti probabilmente dal mangime dei suini non adeguatamente rimosso e probabilmente da popolazioni di vermi più vicine alla superficie del suolo (Andres et al., 2013; Andres & Davies, 2015).

Gli allevamenti all'aperto possono fungere da aree in cui gli uccelli selvatici si radunano, offrendo loro cibo e riparo (Andres et al., 2013). La prevalenza di *Salmonella* è risultata significativamente più elevata negli escrementi di uccelli raccolti dal campo occupato dai suini alla prima visita (campo 3). Gli uccelli selvatici che entrano in contatto con l'ambiente dell'allevamento possono rappresentare un pericolo zoonotico, in quanto possono infettarsi e albergare ceppi di *Salmonella* di maggiore importanza per gli animali e anche la salute pubblica (Pennycott et al., 2006).

Nelle vicinanze dell'allevamento oggetto di questo studio, c'era anche un corso d'acqua, che attirava un gran numero di uccelli selvatici, in particolare uccelli acquatici, come oche e gabbiani.

Un altro risultato interessante riguarda gli alti livelli di *Salmonella* riscontrati nelle feci degli uccelli (10^5 - 10^6 CFU/g) di gran lunga superiori rispetto a quelli riscontrati nei campioni ambientali (suolo e acqua, rispettivamente fino a 10 - 10^2 e 10^2 - 10^3 CFU/g).

L'elevata concentrazione di *Salmonella* rilevata nelle feci di questi uccelli suggerisce che le oche possano rappresentare una importante fonte di infezione, in grado di mantenere il ciclo epidemiologico di *Salmonella*, specialmente in aree dove vi siano grandi stormi di uccelli, nonché una potenziale fonte di contaminazione per l'ambiente esterno.

I sierotipi di *Salmonella* identificati nei campioni delle feci di uccelli analizzate, mST, *S. Rissen*, *S. Senftenberg*, *S. Derby*, *S. Panama* e *S. Typhimurium*, sono gli stessi che si trovano comunemente nei suini nel Regno Unito (Hughes et al., 2008).

S. Typhimurium è il sierotipo più comunemente associato agli uccelli selvatici (Andres et al., 2013; Hughes et al., 2008). Al contrario, la maggior parte dei ceppi di *Salmonella* isolati in questo studio da feci di uccelli erano mST DT193. Soltanto un sierotipo di *S. Typhimurium* è stato identificato come DT 41, fagotipo comunemente associato agli uccelli acquatici, ed già precedentemente riscontrato nel Regno Unito (Hughes et al., 2008; Pennycott et al., 2006).

Il fatto che i suini siano riconosciuti come principale serbatoio del sierotipo mST DT193 (Crayford et al., 2014) supporta l'ipotesi che siano essi a costituire la principale fonte di infezione per uccelli selvatici.

È interessante notare che 25 dei 38 campioni positivi per mST provenivano da feci di oca, con un livello insolitamente elevato di *Salmonella* (10^5 - 10^6 CFU/g). Pertanto, è ragionevole ipotizzare che l'infezione da mST nelle oche selvatiche non causi sintomi clinici in questa specie di uccelli. Tuttavia, ulteriori studi sono necessari per comprendere meglio il ruolo delle oche e il motivo per si riscontrino tali elevati livelli di mST.

I risultati ottenuti dimostrano la possibilità di una infezione bi-direzionale tra suini e uccelli selvatici e che le popolazioni di uccelli selvatici sono in grado di riciclare l'infezione e contribuire alla persistenza di *Salmonella* tra lotti diversi di suini.

I risultati ottenuti dimostrano inoltre come *Salmonella* possa persistere nel suolo e nell'acqua negli allevamenti di suini all'aperto per oltre 3 anni.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Department for Environment, Food and Rural Affairs e la SIPAS per avere supportato questo studio.

BIBLIOGRAFIA

1. Anderson, E., Ward, L. R., de Saxe, M. J., & De Sa, J. (1977). Bacteriophage-typing designations of *Salmonella typhimurium*. *Epidemiology & Infection*, 78(2), 297-300.
2. Andres, S., Vico, J. P., Garrido, V., Grillo, M. J., Samper, S., Gavin, P., Herrera-León S, Mainar-Jaime, R. C. (2013). Epidemiology of subclinical salmonellosis in wild birds from an area of high prevalence of pig salmonellosis: phenotypic and genetic profiles of *Salmonella* isolates. *Zoonoses Public Health*, 60(5), 355-365. doi:10.1111/j.1863-2378.2012.01542.x
3. Andres, V. M., & Davies, R. H. (2015). Biosecurity Measures to Control *Salmonella* and Other Infectious Agents in Pig Farms: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(4), 317-335. doi:10.1111/1541-4337.12137
4. APHA (Ed.) (2017). *Salmonella in livestock production in Great Britain, 2016* <https://www.gov.uk/government/publications/salmonella-in-livestock-production-in-great-britain-2016>.

5. Crayford, G., Coombes, J. L., Humphrey, T. J., & Wigley, P. (2014). Monophasic expression of FliC by Salmonella 4,[5], 12: i:-DT193 does not alter its pathogenicity during infection of porcine intestinal epithelial cells. *Microbiology*, *160*(11), 2507-2516.
6. EFSA. (2016). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2015. *14*(12), 231. doi:doi: 10.2903/j.efsa.2016.4634
7. Funk, J., & Gebreyes, W. A. (2004). Risk factors associated with Salmonella prevalence on swine farms. *Journal of Swine Health and Production*, *12*(5), 246-251.
8. Grimont, P. A., & Weill, F.-X. (2007). Antigenic formulae of the Salmonella serovars. *WHO collaborating centre for reference and research on Salmonella*, *9*, 1-161.
9. Houston, S. (2013). Structure of the UK pig industry. *The Pig Journal*, *69*, 1-6.
10. Hughes, L. A., Shopland, S., Wigley, P., Bradon, H., Leatherbarrow, A. H., Williams, N. J., Bennett M, de Pinna E, Lawson B, Cunningham AA, Chantrey, J. (2008). Characterisation of Salmonella enterica serotype Typhimurium isolates from wild birds in northern England from 2005 - 2006. *BMC Vet Res*, *4*, 4. doi:10.1186/1746-6148-4-4
11. Pennycott, T. W., Park, A., & Mather, H. A. (2006). Isolation of different serovars of Salmonella enterica from wild birds in Great Britain between 1995 and 2003. *Veterinary Record*, *158*(24), 817-820. doi:10.1136/vr.158.24.817
12. Wales, A., Breslin, M., & Davies, R. (2006). Semiquantitative assessment of the distribution of Salmonella in the environment of caged layer flocks. *Journal of Applied Microbiology*, *101*(2), 309-318.
13. Zheng, D. M., Bonde, M., & Sørensen, J. T. (2007). Associations between the proportion of Salmonella seropositive slaughter pigs and the presence of herd level risk factors for introduction and transmission of Salmonella in 34 Danish organic, outdoor (non-organic) and indoor finishing-pig farms. *Livestock Science*, *106*(2), 189-199. doi:<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.08.003>